



UNIVERSITÀ DI PISA

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI

TESI DI LAUREA SPECIALISTICA

Rivelazione di segnali MIMO con formato 3gpp LTE

Relatori:

Chiar.mo Prof. Marco Luise

Chiar.mo Prof. Filippo Giannetti

Ing. Marco Della Maggiora (Wiser s.r.l)

Candidato

Alessio Badalassi

ANNO ACCADEMICO 2008-2009

INDICE

<i>Introduzione</i>	6
-------------------------------	---

CAPITOLO 1

<i>Le tecnologie MIMO</i>	8
---------------------------	---

1.1	Introduzione ai sistemi MIMO	8
1.2	Applicazioni dei sistemi MIMO	11
1.3	Tecniche di diversità	16
1.4	Spatial Multiplexing	20
1.5	BLAST	23
1.6	Capacità di un sistema MIMO.	31
1.7	Diversity-Spatial Multiplexing Trade Off.	33

CAPITOLO 2

<i>Trasmissione LTE-MIMO</i>	38
------------------------------	----

2.1	Che cos'è lo Standard LTE	38
2.2	Formato del frame LTE	41
2.3	Resource Grid e Resource Block	43
2.4	Simbolo OFDM	46
2.5	Il segnale di riferimento	48
2.6	I segnali di sincronismo	50

2.7	Schemi di ricezione MIMO con trasmissione su 2 antenne	54
2.8	Transmit Diversity	56
2.8.1	Ricezione con una singola antenna	58
2.8.2	Ricezione con due antenne	60
2.9	Spatial Multiplexing	62
2.9.1	Ricezione con una singola antenna	66
2.9.2	Ricezione con due antenne	67

CAPITOLO 3

Simulazione di una trasmissione LTE-MIMO nella modalità Transmit Diversity **70**

3.1	Il trasmettitore	72
3.1.1	Generatore di bit e modulazioni digitali utilizzate	72
3.1.2	Precoding	77
3.1.3	IFFT	78
3.1.4	Prefisso ciclico	79
3.1.5	Sovra-campionamento e filtraggio	79
3.1.6	Operazione di up-conversion	82
3.2	Il rumore AWGN	83
3.3	Il ricevitore	85
3.3.1	Operazione di down-conversion	86
3.3.2	Filtro di ricezione	87
3.3.3	Sincronismo.	90
3.3.4	Decimazione, rimozione prefisso ciclico e FFT	95
3.3.5	Stimatore di canale	96
3.3.6	Equalizzatore	101

CAPITOLO 4

<i>Risultati ottenuti</i>	<i>102</i>
4.1 Configurazioni Analizzate	<i>103</i>
4.2 Prestazioni Transmit Divesity	<i>106</i>
4.3 Prestazioni V-BLAST	<i>115</i>
 <i>Appendice A: Software</i>	 <i>123</i>
 <i>Appendice B: Elenco degli Acronimi</i>	 <i>131</i>
 <i>Bibliografia</i>	 <i>133</i>

Introduzione

Negli anni passati abbiamo assistito all'improvvisa espansione dei sistemi di comunicazione wireless, una nuova tecnologia che ha cambiato radicalmente il nostro stile di vita.

L'evoluzione di questi nuovi mezzi di comunicazione ha visto una crescita esponenziale in questi ultimi anni ed il merito è da attribuire alla tendenza di sostituire la tecnologia cablata con tecniche sempre meno invasive ed aventi capacità confrontabili.

La richiesta di semplici soluzioni wireless per l'accesso alla rete è in costante aumento e questo ha portato inevitabilmente ad una ricerca di tecnologie e standard che permettano una comunicazione sempre più veloce ed un accesso sempre più semplice, tradotto in elevato *data rate* ed alta mobilità.

Il problema nasce nel momento in cui andiamo a considerare le caratteristiche del canale wireless, esso infatti presenta una natura *multipath*, dovuta alla riflessione del segnale trasmesso sugli ostacoli di vario genere come vetture, costruzioni, o più semplicemente sulle persone e sull'arredamento; questa caratteristica è di fatto riscontrabile sia in ambienti *indoor* che in ambienti *outdoor*.

La presenza di ostacoli porta quindi ad una serie di cammini multipli che andranno a ricombinarsi al ricevitore con diversi ritardi e soggetti ad una attenuazione diversa da cammino a cammino, provocando una dispersione temporale e quindi un rischio di selettività in frequenza, tanto maggiore quanto minore sarà il periodo di trasmissione, ponendo un limite all'aumento del rate di trasmissione.

Un'altra fonte di disturbo non trascurabile è la presenza degli interferenti, ovvero segnali diversi da quello trasmesso che vanno a ricombinarsi in modo più o meno distruttivo al segnale voluto, aspetto molto meno influente nelle tecniche cablate dove il segnale è idealmente confinato all'interno del mezzo trasmissivo opportunamente schermato.

In ambiente wireless il mezzo di comunicazione è unico e condiviso per tutti, risulta quindi difficile andare ad aggiungere altre bande riservate senza creare interferenze con gli standard già esistenti e operativi, e più si andrà avanti nel tempo e più lo spettro elettromagnetico sarà "affollato". Il trend dovrà quindi essere quello di cercare tecnologie sempre meno invasive e quindi ad alta efficienza spettrale, e di andare a condividere porzioni spettrali con tecniche pre-esistenti con il minimo livello di interferenza possibile, senza compromettere la qualità del servizio globale.

Per garantire questa coesistenza è stata molto utile l'innovazione apportata dalla tecnologia MIMO(*multiple input multiple output*), che sfrutta l'aggiunta di più antenne in trasmissione e/o